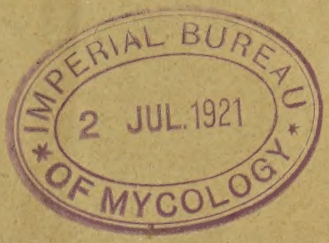
Omaggio

ESPERIENZE ISTITUITE DALLA CATTEDRA DI PATOLOGIA VEGETALE
NELLA R. SCUOLA SUPERIORE DI AGRICOLTURA IN MILANO

PROF. UGO BRIZI



RICERCHE SULLA MALATTIA DEL RISO DETTA "BRUSONE„

*Estratto dall'*Annuario della Istituzione Agraria Dott. Andrea Ponti

MILANO
PREMIATA TIPOGRAFIA AGRARIA
8 – Via Agnello — 8

1905

ESPERIENZE ISTITUITE DALLA CATTEDRA DI PATOLOGIA VEGETALE
NELLA R. SCUOLA SUPERIORE DI AGRICOLTURA IN MILANO

PROF. UGO BRIZI

RICERCHE SULLA MALATTIA DEL RISO DETTA "BRUSONE„

*Estratto dall'*Annuario della Istituzione Agraria Dott. Andrea Ponti

MILANO
PREMIATA TIPOGRAFIA AGRARIA
8 — Via Agnello — 8
1905

Primi studî eseguiti nel 1904 intorno al Brusone del riso

Le ricerche iniziate nel decorso anno 1904, intorno al *brusone* del riso ebbero per iscopo, non certo di risolvere subito il complesso problema, ma di cercar di chiarire almeno qualcuno degli argomenti più importanti e meno approfonditi relativi a questa controversa malattia.

Infatti molte sono le questioni da risolversi per definire le cause vere del brusone, ma, fondamentali, e meritevoli principalmente di studio e di ricerche per giungere a qualche risultato pratico, credo siano sopratutto le seguenti:

Determinare se il brusone sia una malattia sola, tipica, ben definita, oppure se con questo nome generico venga designata nelle diverse regioni risicole qualunque alterazione o sofferenza delle piante di riso.

Studiare se sia possibile determinare in quale preciso momento vegetativo, seguendo il riso dalla nascita alla maturazione, realmente si inizia il brusone e con quali caratteri costanti esso si manifesti.

Date le ipotesi attualmente dominanti sulla natura della malattia, tendenti a dimostrarla di origine parassitaria, controllare le troppo disparate affermazioni ed opinioni circa la presenza più o meno costante, la specificità e il comportamento dei supposti parassiti.

Eseguire accurate ricerche microscopiche e botaniche di confronto su piante malate e sane, per determinare eventualmente la natura e la localizzazione delle lesioni prodotte dai microrganismi più frequenti sulle piante di riso brusonate.

Eseguire esperienze in risaia, tentando di eccitare artificialmente lo sviluppo della malattia provocando od esagerando, almeno fin dove ciò sia possibile, le condizioni favorevoli allo sviluppo di essa per determinare quali di tali condizioni possano maggiormente influire come cause determinanti o predisponenti alla malattia.

Eseguire il massimo numero possibile di escursioni e sopraluoghi ovunque si manifesti il *brusone* e in tutte le regioni risicole, allo scopo di raccogliere materiale da studio e coordinare osservazioni e notizie,

circa il tempo, il modo, le condizioni di manifestazione e di estensione della malattia, istituendo eventualmente, in località diverse, campi sperimentali.

Iniziare un'inchiesta rigorosa circa la resistenza delle diverse varietà, sulla costanza di tale resistenza e sulla influenza che la selezione metodica, accurata e continuata, esercita sullo sviluppo e l'andamento della malattia.

Studiare in laboratorio oltre la biologia dei microrganismi che accompagnano, più o meno costantemente, le manifestazioni di brusone, anche le eventuali alterazioni non parassitarie, tentando con ricerche sperimentali, di determinare quali siano i disturbi fisiologici che possono, agendo sfavorevolmente sulla attività vegetativa del riso, essere eventualmente causa di indebolimento o di malattia.

Finalmente fare uno studio accurato sul sistema radicale del riso, in rapporto alle malattie, alla sua superficie assorbente, alla variabilità del suo sviluppo secondo la diversa natura dei terreni e delle singole varietà, studio finora mai eseguito, e che avrebbe invece secondo me una grande importanza pratica.

***

Come è facile comprendere trattasi di problemi, salvo forse l'ultimo, non nuovi, sui quali molti botanici, agronomi e pratici hanno meditato e studiato, senza giungere a risultati definitivi, e che pel numero e la estensione di essi, richiedono un tempo assai lungo e un giro d'anni non lieve per poter trarne dati attendibili.

Al primo dei quesiti sopra enumerati non è ancora possibile, data la brevità del tempo, dare una risposta adeguata. Nelle escursioni fatte in risaie prossime del Pavese, e del Vercellese, ed anche lontane nel Mantovano e nel Bolognese, ho notato è ben vero che si dà spesso il nome di *brusone* a tutte le alterazioni del riso, anche a quelle evidentemente in certi casi dovute ad altre malattie, che col brusone tipico nulla hanno che fare, ma è anche certo che nella maggior parte dei casi di *brusone* qua e là osservati, le apparenti differenze che si riscontrano riguardano piuttosto il grado della malattia, che non l'essenza, giacchè le osservazioni fatte accuratamente mi hanno persuaso che si tratti, probabilmente, quasi sempre, di un unico malanno, che non può confondersi con le altre malattie nettamente definite e sulle quali, forse i non pratici facilmente cadono in equivoco, ma che al patologo non possono ingenerare dubbio. Sono perciò propenso a ritenere che trattisi di una malattia che abbia una unica origine, ma che abbia avuto

nomi diversi a seconda del grado, del momento e dell'organo che viene visibilmente più danneggiato.

Ad ogni modo questa importante questione merita ancora un accurato studio e non mancherò di farne oggetto delle ricerche che sarà possibile fare negli anni venturi, sopratutto se, disgraziatamente, si verificherà la malattia in misura maggiore e più facilmente studiabile che non nello scorso anno 1904, in cui il brusone non è stato nè assai esteso nè intenso, salvo saltuariamente qua e là, nè in generale molto sensibilmente dannoso.

Non è qui il luogo di ripetere, e neanche di riassumere, tutta la storia delle ipotesi, degli studi e dei tentativi di spiegazione intorno a tale malattia, già ampiamente trattata in quasi tutte le memorie degli autori che si occuparono del *brusone*, dal Garovaglio in poi, che, per il primo, cercò di dare nel 1874, una spiegazione scientifica della malattia.

Lo stato della questione si può riassumere al giorno d'oggi in poche parole in questo modo: Nessuno degli studiosi o sperimentatori ha dato ancora una spiegazione plausibile che non presti il fianco alla critica, o che per lo meno non abbisogni di un largo corredo sperimentale che dimostri vere o attendibili le ipotesi formulate.

In questi ultimi anni vi è stato un salutare risveglio relativamente agli studi intesi a ricercare le cause di questa malattia così dannosa, risveglio opportuno perchè per molti anni nessuno quasi si occupò più del *brusone*, dopo le pazienti e diligenti relazioni della Commissione ministeriale composta dei professori Alpe, Menozzi e Briosi, l'ultima delle quali fu pubblicata nel novembre 1893. In questa gli autori, essendo stato l'intero triennio di studi quasi senza che il brusone comparisse, e quindi poco favorevole alle ricerche, non avendo ottenuti per tal motivo dalle esperienze risultati sicuri, conclusero, dopo aver vagliato le ipotesi diverse fino allora emesse, con un prudente riserbo, che la vera causa del brusone non era peranco accertata.

Nel 1902 il Voglino, il quale già fin dal 1897, aveva emessa una ipotesi della natura bacteriacea del brusone, pubblicò una lunga memoria per dimostrare appunto che il brusone era, secondo i suoi studi, dovuto ad un bacillo parassitoide, che vive abitualmente nei terreni molto ricchi di *humus* e che danneggia gravemente le radici del riso.

Nel 1903 il Ferraris sostenne invece essere il brusone dovuto al parassitismo della *Piricularia Oryzae B. e C.* e nel 1904 il Farneti non fece che confermare la ipotesi del Ferraris aggiungendo alcune ricerche sui rapporti genetici fra diverse forme fungine, da Garovaglio in poi riscontrate sulle piante brusonate, aggiungendone una nuova. Tutte queste forme fungine costituirebbero, secondo l'Autore, forme diverse di un

unico fungo, il quale non sarebbe, che l'unico ed esclusivo agente patogeno, causa del brusone. Supposta così, secondo l'A. senza ombra di dubbio, la natura parassitaria del brusone, avendo osservato che le spore di alcune di dette forme fungine non germinano in una soluzione al $^1/_2$ % di solfato di rame, consiglia anche un rimedio consistente nell'uso della soluzione semplice di solfato di rame, senza calce, alla forte dose del 0,5 *per cento*, da applicare alle piante verdi di riso, come anticrittogamico.

Non è qui il luogo di discutere se e quanto si prestino alla critica i modi di vedere dei tre ultimi autori citati, essendo il compito mio di riferire piuttosto, dopo questo necessario preambolo, le prime ricerche eseguite da me.

***

Tra i caratteri che vengono comunemente dati come proprii e distintivi del *brusone*, pochissimi degli autori che l'hanno studiato, hanno dato importanza, salvo il Voglino, all'esame accurato e diligente del sistema radicale delle piante di riso ammalate. È appunto perciò che sullo studio delle alterazioni delle radici, ho portata deliberatamente la mia attenzione, raccogliendo molto materiale, sopratutto nelle risaie nelle quali ho compiute gran parte delle osservazioni che seguono, a S. Caterina presso Binasco, mercè la cortesia e il vivo interessamento dei gentilissimi signori Rognoni.

Chi ha osservato esattamente i caratteri del brusone sa benissimo che, quando anche la malattia è ancora in stadio iniziale, quando cioè il brusone attacca le piantine di riso precocemente e molto prima che emetta la spiga, le piante così colpite si svellono assai facilmente senza grande sforzo, e che l'esame diligente ed accurato mostra che molte delle radici affastellate che costituiscono il sistema radicale del riso sono o imbrunite o nere e quasi sempre rotte.

Siccome talvolta, quando per lo meno l'infezione non sia molto pronunciata, mescolate alle radici imbrunite ve ne sono delle sane, e siccome in generale le radici ammalate e fragili restano nel terreno, su questo carattere molti autori, come appunto Ferraris e Farneti, sorvolano completamente. Anzi quest'ultimo afferma che la radice non viene mai attaccata dal *brusone*, senza tener alcun conto delle numerose osservazioni in proposito del Voglino, che io ho potuto riconoscere invece quasi sempre esatte.

Il carattere che presentano le piante brusonate di svellersi con molta facilità, fu notato e messo in chiaro per la sua costanza da molti degli autori che si occuparono del *brusone*.

Anche la citata Commissione ministeriale riconobbe nel 1901-1903 « gravi alterazioni che si manifestano sulle radici che mostransi in via di decomposizione cosicchè le piante date per brusonate si lasciano svellere senza offrire la dovuta resistenza, fatto che accennerebbe, secondo gli autori citati, a disturbi fisiologici di tutta la pianta ».

Analoga osservazione pure fece e accennò nella relazione al Congresso di Novara, il Montemartini il quale riconobbe come caratteristica nelle piante brusonate la facilità con cui si lasciano svellere per la facile rottura delle radici, le quali hanno i tessuti dissociati e privi d'amido. Osservazione analoga fecero il Poggi ed altri.

In tutti i casi di brusone tipico, che mi è stato dato di osservare e studiare nell'anno decorso, ho potuto riconoscere che sempre, costantemente, qualche alterazione più o meno pronunciata del sistema radicale si accompagna al brusone fin dal suo primo manifestarsi sotto forma di carolo o brusone minore, quando cioè le foglie cominciano appena ad arrossare ed appassire.

Quando poi la malattia raggiunge uno stadio più avanzato, che cioè si manifestano le note macchie e gli altri segni sul culmo e che la pianta intera è stremenzita, allora le lesioni sulle radici, che molti autori ritengono soltanto manifestazioni o secondarie o accidentali, sono invece tanto gravi che, svellendo la pianta, al più leggiero sforzo, tutte le radici si rompono, e quelle che si lasciano estrarre non raggiungono una lunghezza superiore al decimetro.

Io credo che l'esame delle sole radici che restano attaccate alle piante brusonate che in tali condizioni si strappano dalla risaia abbia potuto ingenerare un concetto non esatto delle eventuali lesioni del sistema radicale, giacchè il riso approfondisce e diffonde molto le sue radici nel terreno e, quando la pianta si svelle, la maggior parte, e la più importante fisiologicamente, del sistema radicale resta nel terreno.

Anzichè svellere le piante caratteristicamente brusonate nelle risaie presso S. Caterina e anche altrove, ho cercato di toglierle con quanta più terra fosse possibile, scavando assai profondamente, in modo d'aver il sistema radicale, se non completo, almeno con radici intere lunghe fino ed oltre 60 centimetri.

L'esame diligente e minuzioso eseguito dopo aver lavate e isolate accuratamente in laboratorio le radici delle piante brusonate, mi ha dimostrato che la massima parte delle sottili radici profonde, e sopratutto le sottili estremità che fungono da organi assorbenti e che difficilmente si riesce ad estrarre dal suolo strappando o svellendo le piante, presentano manifesti e costanti segni di deperimento.

Infatti le sottilissime radicelle, cominciando da quelle aventi meno di un quarto di millimetro di diametro, fino a quelle di mezzo milli-

metro sono, nelle piante brusonate, imbrunite ed annerite, il che ho osservato non avviene invece nelle numerosissime piante di riso perfettamente sane e normali esaminate per controllo, e nelle località più disparate. Questo carattere è stato sempre di una costanza veramente impressionante sulle piante esaminate.

L'esame microscopico rigoroso, con la tecnica odierna, che qui è inutile descriva nei particolari nei quali entrerò in uno studio finale, ha in tutti i casi dimostrato che le radicelle che si presentano così imbrunite hanno le pareti cellulari alterate e probabilmente in inizio di disorganizzazione, che ne modifica profondamente le proprietà fisiche, che non vi si ritrova mai traccia nè di filamenti miceliari, nè di bacteri, i quali potranno eventualmente trovarsi nei tessuti delle radici più grosse e già decomposte, ma mancano invece assolutamente nello stadio descritto, all'inizio della malattia, sulle sottili barboline appena imbrunite.

Qualche colonia di bacteri si trova talvolta esternamente, ma non ho potuto osservare mai la penetrazione di microrganismi di nessun genere nell'interno delle sottilissime radici, non solo quando presentano appena un primo stadio di leggiero imbrunimento, ma anche in istadio un po' più avanzato.

Esaminando anche per lunghissimi tratti le radicelle imbrunite, le colonie di bacteri che osservò il Voglino e che eventualmente aderiscono esteriormente a qualche radice, sono così rare che occorre una attenzione minuziosa per rilevarne la presenza.

Siccome, quindi, colla tecnica più rigorosa e colle idonee colorazioni non è possibile riconoscere la presenza di bacteri, nè di micelii, nè di altri microrganismi nell'interno dei tessuti delle radicelle malate, ritengo che sia da escludere completamente che essi possano essere causa delle alterazioni.

I caratteri poi del contenuto cellulare sopratutto delle cellule epidermiche e del cilindretto centrale delle radicelle, mostrano gravi disturbi fisiologici; il citoplasma è più o meno scollato dalla membrana e imbrunito, non sempre però con caratteri di vera plasmolisi perchè manca la contrazione caratteristica, almeno nell'inizio.

L'esame fatto su materiale, fissato con la debita tecnica mostra caratteri di disorganizzazione evidentissimi, giacchè il nucleo è frammentato o scompare completamente, spesso nei casi più gravi di deperimento, e nelle radicelle già divenute nere, l'intiero citoplasma è coartato e ridotto a una massolina amorfa, generalmente eccentrica.

Questi caratteri di sofferenza meritano a parer mio un'attenta considerazione giacchè la presenza di radicelle così sofferenti ed evidentemente, senza alcun dubbio, non funzionanti, in numero spesso molto

grande, talvolta grandissimo anche nelle piante in cui s'inizia appena lo sviluppo del brusone, è carattere, ripeto, costante. Per conseguenza queste lesioni che finiscono col distruggere interamente le radicelle, la quale distruzione o perdita di funzionalità si estende poi man mano anche alle radici di maggior diametro, ragionevolmente lasciano adito a credere che da tale distruzione possano appunto iniziarsi le sofferenze o i disturbi fisiologici iniziali che danno origine prima al brusone.

Il fatto è innegabile, quantunque non osservato a dovere o messo in dubbio dai più, e chiunque abbia soltanto un poco di pazienza può ripetere e controllare le osservazioni da me fatte e convincersi, con attento esame, di questo fatto per me di capitale importanza cioè della presenza costante, nelle piante brusonate, di un numero più o meno grande, a seconda del grado del male, di sottili radici non più funzionanti.

È indubitabile dedurre da ciò che, se alle piante di riso, o nell'inizio dello sviluppo, od anche al momento della fioritura, venga sottratto al normale funzionamento un numero più o meno grande di radicelle assorbenti, le piante stesse non possono non risentire grave danno, quando anche si tengano presenti due considerazioni di fondamentale importanza: la prima che la pianta di riso, esigentissima e bisognosa di una grande quantità di sali minerali, ha necessità di sfruttare un gran volume di terreno, al che la pianta provvede con uno sviluppo molto grande della superficie assorbente.

La seconda poi che non è punto vero, come molti sostengono, che il riso, essendo pianta acquatica, possa assorbire oltre che dalle sottili radicelle estreme che funzionano da peli assorbenti, anche dalle radici più grosse. Infatti, a parte che il riso è pianta palustre e non acquatica e che perciò può vivere benissimo e prosperare anche a secco, essa ha le stesse esigenze delle piante terrestri e assorbe allo stesso modo di queste e non ha davvero, come le piante veramente acquatiche, un sistema radicale considerabilmente ridotto, ma invece abbondanti radici affastellate lunghissime, numerose, molto ramificate e diffuse profondamente nel suolo.

Occorre poi tener presente che le radici del riso non possono assorbire l'acqua e i sali minerali necessari se non dalle radicelle molto sottili e non superiori almeno al quarto di millimetro di diametro, poichè, come è noto, le radicelle di diametro appena superiore alla dimensione indicata, hanno le pareti esteriori delle cellule epidermiche già cutinizzate, quindi quasi impermeabili all'acqua o per lo meno rese assolutamente improprie alla estrinsecazione dei complicati fenomeni osmotici.

* * *

Stabiliti questi fatti importanti per rendermi possibilmente conto della natura e della origine prima delle lesioni che ho riscontrate costantemente nelle radicelle del riso brusonato, ho tentate numerose esperienze di laboratorio alcune delle quali, che qui riferisco, mi hanno permesso di rilevare un fatto che credo abbia una certa importanza.

Raccolsi verso i primi di giugno molte piantine di riso, perfettamente sane e ancora assai poco sviluppate, che prelevai da una risaia di 2° anno sita in un appezzamento sano, e che si mantenne poi durante tutto l'anno senza manifestare traccie di brusone. Queste piantine furono poste in laboratorio a vegetare in vasi di vetro a tappo forato, nel modo solito ad usarsi nelle culture in soluzioni acquose, colle radici immerse in una soluzione nutritizia completa [$Ca(NO_3)_2$, gr. 0,50; $Mg\ SO_4$. gr. 0,50; $KH_4\ PO_2$ gr. 0,50; Fe, traccie, per gr. 1000 di acqua distillata].

Tutte le piantine così tenute, alla temperatura del laboratorio (18°-25°) continuarono nei giorni successivi a svilupparsi benissimo senza dare alcun segno di sofferenza, senza presentare rami o foglie appassite o macchiate o traccia alcuna di malattia; le radici presero un notevole sviluppo ramificandosi abbondantemente e producendo innumerevoli sottilissime radicelle.

Dopo circa otto giorni rinnovai la soluzione nutritizia a tutte le piante in esperimento, ma per alcune di esse il liquido stesso, prima di essere usato, fu sottoposto ad una ebullizione prolungata, per circa 20 minuti, in modo da togliere completamente l'aria disciolta nel liquido. Cessata l'ebullizione, con il liquido ancora bollente furono riempiti alcuni dei vasi chiudendoli ermeticamente. Appena raffreddato il liquido alla temperatura dell'ambiente vi posi di nuovo le piantine di riso colle solite precauzioni, assicurandomi però che il tappo forato chiudesse ermeticamente entrando nel collo del vaso stesso sino a toccare la superficie del liquido, in modo che non vi rimanesse possibilmente alcun vuoto nel vaso tra questa e il tappo.

La chiusura ermetica fu completata spalmando l'apertura dei vasi con paraffina e collodion. In tal modo il liquido nutritizio, privato colla ebullizione dell'aria disciolta, non trovandosi in facile contatto con nuova aria, si manteneva a lungo desaerato completamente.

Le piante poste in tali condizioni, da non avere ossigeno sciolto a disposizione delle radici o per lo meno averne in quantità estremamente piccola, furono tenute a tutte condizioni perfettamente pari delle

altre piante, alle quali la soluzione nutritizia fu rinnovata senza preventiva ebullizione.

Poche ore dopo l'inizio dello esperimento, alcune delle più sottili radici delle piantine di riso immerse nel liquido nutritizio desaerato, cominciarono a perdere il loro colore bianco argentino facendosi lentamente color bruno sopratutto verso le estremità.

L'imbrunimento continuò lento e progressivo, successivamente, il giorno dopo estendendosi per lunghi tratti su molte radicelle e manifestandosi poi a poco a poco nei giorni successivi su tutte le sottilissime radici a diametro non superiore a mezzo millimetro, le quali finirono poi, più o meno rapidamente, col diventare quasi tutte di un color nerastro.

La parte aerea delle piante sottoposte all'esperienza fino al terzo giorno non diede manifesti segni di sofferenza conservando anzi un bel color verde, ma nei giorni successivi le foglie, sopratutto le inferiori, poi man mano tutte le altre, si coprirono di macchie giallastre che diventarono subito di color rosso vivo, mentre, frattanto, era facile seguire nelle piante sperimentate il procedere dei sintomi di sofferenza e disorganizzazione, oltre che delle radici più sottili, a mano a mano anche di quelle di diametro maggiore.

Tra il 10° e 12° giorno le piante intere erano già più o meno completamente stremenzite e disseccate, dopo aver tentato di resistere ai gravi disturbi derivanti dalla progressiva perdita di funzionalità del sistema radicale, emettendo delle radici avventizie aeree al disotto della guaina nel primo internodio.

Però alcune delle piante sottoposte all'esperimento furono liberate dall'apparecchio rispettivamente al 4°-6°-8° giorno, e collocate subito in alcool assoluto per aver materiale, in istadi diversi, per lo studio microscopico delle radicelle imbrunite.

Evidentemente, non può sorger dubbio che i caratteri di sofferenza e la morte delle sottili radici, siano dovuti a fenomeni di asfissia per mancanza di ossigeno, giacchè in nessuna delle altre piante tenute per controllo a pari condizioni, ma nelle quali il liquido nutritizio non fu desaerato nel modo sopradetto e rimase invece in contatto diretto con l'aria ambiente, si manifestò neppure inizialmente un simile fenomeno.

Infatti nessuna delle radici nè grosse nè sottili imbrunì, ma invece conservarono tutte il caratteristico colore bianco-argenteo; neppure la parte aerea manifestò alcun sintomo di sofferenza, nè subito nè in seguito e le piante crebbero benissimo sino ad emettere la spiga.

***

Questi esperimenti, per quanto mai prima eseguiti per il riso, in linea generale, non insegnano cose nuove, perchè non avrebbe avuto bisogno di nuove dimostrazioni sperimentali il fatto della morte delle radici in un ambiente privo, o quasi di ossigeno, dopo le classiche ricerche di Déherain, Vesque, Bonnier e Mangin, Van Thieghem, ecc.

Ciò che è invece singolarmente importante a parer mio è la perfetta e impressionante analogia che si riscontra tra le lesioni che si manifestano sulle radici sottoposte alle descritte esperienze in ambiente privo o quasi di ossigeno, con quelle che costantemente si rinvengono, come ho accennato, sulle piante colpite da brusone.

Infatti l'esame delle sottili radici delle piante sperimentate mostra caratteri macroscopici e microscopici quasi perfettamente identici a quelli descritti per le piante brusonate. La parete delle cellule epidermiche si mostra imbrunita, il citoplasma in parte scollato, profondamente alterato in causa probabilmente di fenomeni di respirazione intramolecolare, il nucleo frammentato e quasi scomparso, ecc. e molte altre particolarità di struttura, che descriverò poi ampiamente in un lavoro futuro.

Inutile aggiungere che l'assenza di qualunque traccia di malattia parassitaria, dimostra che non si tratta di disturbi di tal natura. In breve, ripeto, tutti i caratteri, collimano con quelli delle radicelle brusonate.

Affinchè poi i risultati dell'esperienza fossero meglio controllati, quantunque la riprova non sarebbe stata strettamente necessaria per il fatto già accennato, che cioè le piante tenute in condizioni rigorosamente eguali per controllo non presentarono affatto i fenomeni d'asfissia descritti, ho voluto ripetere le medesime prove con piante di riso non raccolte direttamente in risaia, ma nate invece da seme, e ottenute facendo germinare il risone in termostato a 28°.

Poco dopo germinate le piantine venivano poste tutte nel medesimo liquido nutritizio fino a sviluppo notevole, sin quando cioè avevano oltrepassato una media dimensione di 15 centimetri. A questo punto venne somministrato ad alcune piante il liquido nutritizio desaerato, ed altre invece, tenute a tutte altre condizioni pari, il liquido normalmente aerato.

I risultati furono perfettamente identici al caso precedente, poichè solo nelle piantine colle radici immerse nel liquido desaerato artificialmente, si notò, salvo leggere modalità e differenze, costantemente come nel primo esperimento l'imbrunimento progressivo delle radici, seguito

poi da sintomi più o meno rapidi e gravi di sofferenza nelle foglie che arrossavano all'apice o ai bordi, assumendo veri e propri caratteri di piante brusonate.

Spingendo poi l'esperimento un po' più a lungo, dopo pochi giorni, tutte le radicelle finivano coll'imbrunire, mentre l'intera pianta, anche essa disseccandosi, moriva.

Nessun dubbio come nel caso precedente che effettivamente trattisi d'asfissia delle radici, giacchè un'altra esperienza di controllo, assai semplice lo confermò poi anche meglio.

Infatti se in talune delle piante in esperimento questo si interrompa quando i caratteri di imbrunimento delle sottili radici appena si iniziano, facendo gorgogliare attraverso il liquido nutritizio mediante un aspiratore, per un certo tempo, una corrente d'aria le radici già imbrunite finiscono col morire, ma le altre continuano ad essere perfettamente normali, nuove radicelle si riproducono rapidamente e la pianta non accentua più oltre i sintomi di sofferenza nelle foglie e si sviluppa, anche in seguito, normalmente.

I descritti fenomeni d'imbrunimento delle sottili radici conseguenti alla asfissia sono poi tanto più rapidi quanto è più elevata la temperatura, a tutte altre condizioni uguali. Essi sono molto rapidi a 30°-33°, mentre, anche a questa stessa temperatura, nessun imbrunimento ho mai osservato invece nelle radicelle delle altre piante di riso tenute in condizioni normali per controllo.

Da queste poche esperienze non credo davvero di poter senz'altro stabilire che causa del brusone sia l'asfissia delle radici, ma, data la costanza delle lesioni riscontrate nelle radicelle delle piante di riso brusonate e la loro perfetta analogia anche anatomica ed istologica con quelle che artificialmente si ottengono asfissiando le radici, data la grande analogia anche delle manifestazioni esteriori di sofferenza delle radici, coi caratteri del brusone iniziale, ne deriva una ipotesi molto ragionevole e logica, che possa cioè avere una parte importante, per lo meno nello insorgere dei disturbi fisiologici che determinano o preparano la via al *brusone*, la mancanza o la deficienza di ossigeno a disposizione delle radici assorbenti.

***

Aggiungerò poi che molte delle osservazioni fatte fin qui sulle condizioni di sviluppo del brusone, appoggerebbero questo modo di vedere, anzi questa ipotesi renderebbe suscettibili di spiegazione alcuni fatti finora poco spiegabili con le altre ipotesi finora emesse sulla natura del brusone.

È un fatto indubitabile che le radici del riso soffrono fortemente, e più certo di moltissime altre piante, per la mancanza di ossigeno, come lo dimostrano anche le accennate esperienze di laboratorio.

Il bisogno di ossigeno cresce come è noto, con il crescere della temperatura dell'ambiente, almeno fino ad un certo limite, appunto perchè l'aumentare della temperatura rende più attivo il processo respiratorio.

Ora ne consegue che, quando le radici del riso abbiano deficienza di ossigeno, consumano rapidamente tutto quello disponibile, e non hanno la facilità di rinnovarne la provvista, che hanno invece le piante terrestri, poichè è noto quanto difficilmente si compia l'aereamento del suolo quando il terreno sia coperto da uno strato di acqua, sopratutto quando essa sia ferma e stagnante.

Nessuna meraviglia in tal caso che possa avvenire ciò che si è manifestato nelle descritte esperienze, cioè un disturbo funzionale delle radici che si manifesta con visibili disturbi dei processi di nutrizione della intera pianta.

Nè, come è notissimo ai fisiologi, in casi simili l'ossigeno deficiente può essere fornito o ceduto da altre parti vicine della pianta, come si potrebbe appunto supporre avvenga pel riso che possiede canali aeriferi, giacchè la parte di tessuto vivo delle sottili radici che sta in contatto con l'ossigeno nei fenomeni respiratori, lo consuma interamente per proprio conto, agisce su di esso, e ne ha necessità indipendentemente dalle altre parti le quali, anche se prossime, quando si trovino prive di ossigeno, restano esse sole asfissiate.

Che qualche cosa di simile è probabile avvenga pel riso all'inizio del brusone, lo dimostrerebbe anche il fatto noto, e autorevolmente confermato, oltrechè dalla citata Commissione ministeriale, dal maggior numero degli studiosi della questione, persino nel lontano Giappone, che cioè il brusone sia più frequente nelle terre compatte, impermeabili che trattengono fortemente l'acqua, la quale più facilmente si riscalda, anzichè nelle terre sciolte e permeabili.

È anche opinione comune che vi sia un rapporto costante fra l'inizio del brusone ed eventuali rapidi squilibrii fra la temperatura dell'acqua, dell'aria e del terreno, e che si abbia il brusone frequentissimo sopratutto quando il terreno si riscalda notevolmente più dell'acqua sovrastante.

In tal caso, per l'eccessivo riscaldamento dell'acqua interstiziale, può avvenire che una parte dell'aria disciolta sia eliminata, oppure, anche indipendentemente da ciò, attivandosi considerevolmente il fenomeno respiratorio col crescere della temperatura, è assai probabile, quando vi siano anche speciali condizioni di compattezza del terreno,

data la difficoltà di aereazione del terreno sommerso, che presto sia esaurito, per cui le radicelle possano facilmente rimanere asfissiate.

Per resistere all'asfissia, nei tessuti delle giovani radicelle debbono evidentemente avvenire fenomeni di respirazione intramolecolare, i quali come è noto, se giovano a prolungare alquanto la vita degli organi asfissiati, inducono però processi anormali e gravi sintomi di disorganizzazione.

Quando un simile fenomeno assuma una certa intensità e caratteri improvvisi, è facile ammettere, come da quanto ho detto più sopra si rileva, che, distrutte contemporaneamente le sottili estremità delle radici, sole proprie all'assorbimento, in numero più o meno grande o anche nella totalità, si possano manifestare segni di sofferenza, anche esteriormente visibili sulla parte aerea. Niente però vieta di ritenere che queste sofferenze possano poi anche talvolta accentuarsi più o meno per altre cause posteriormente sopravvenienti, come fungilli od altri microrganismi.

Si è anche detto e ripetuto, dagli autori che trattarono del brusone e dai risicultori, che nei luoghi dove si manifesta il brusone le piante di riso negli appezzamenti di risaia destinati ad ammalarsi, nei giorni che precedono il manifestarsi della malattia sembrano più vigorose ed assumono effettivamente una tinta di un verde più intenso che non le piante sane, tanto che questo segno è indicato come pronostico caratteristico della comparsa del brusone. Questo fenomeno è comune in molte piante ad altre malattie, o asfissia od altro, del sistema radicale delle quali è appunto un sintomo l'apparente e transitorio aspetto più florido della parte erbacea.

Questo fatto che avviene anche pel riso, sarebbe addirittura inesplicabile colla ipotesi della natura parassitaria del brusone che attacchi solo la parte aerea, giacchè mal si comprenderebbe per quale strana ragione la pianta assuma aspetto più florido, per venire attaccata *dopo* da un parassita che proviene dallo esterno, che è localizzato o ai nodi o a piccole porzioni del lembo foliare, mentre troverebbe invece agevole o probabile spiegazione, come è evidente, supponendo disturbi funzionali iniziatisi appunto sulle stesse radici, e preceduti da una maggiore attività nei fenomeni vitali delle radici stesse.

Aggiungerò inoltre che nelle piante tenute in laboratorio in esperimento, asfissiando le radici, ho notato, come di frequente avviene nel brusone tipico, la caratteristica comparsa di macchie brune al colletto e al primo nodo, i cui tessuti all'esame microscopico presentano una visibile alterazione, senza peraltro che le osservazioni più rigorose rivelino alcuna traccia di parassiti, dei quali alcuni sopravvengono, ma *dopo*.

Anche il parziale arrossamento della lamina foliare che consegue ai fenomeni di asfissia sperimentale delle radici e che ha una perfetta analogia con quanto avviene nelle precoci manifestazioni di brusone, non ha origine parassitaria come potrebbe sorgere il dubbio poichè le ricerche all'uopo eseguite escludono completamente la presenza di micelii od altro nelle foglie sofferenti quando si inizia la macchia, mentre vi compaiono diversi micromiceti *dopo*, quando la porzione di lamina arrossata è già morta.

Un'altra osservazione, generalmente trascurata, ho avuto campo di fare, che cioè alle prime manifestazioni della malattia le piante brusonate spesso emettono al di sopra del colletto, alcune radici avventizie, dapprima nascoste sotto le guaine, che poi fuoriescono, spesso in gran numero (radici, che come è noto, o mancano o sono eccezionali nelle piante sane) evidentemente per riparare alla distruzione progressiva delle radici ammalate. Anzi questo fenomeno è notissimo in patologia vegetale, è appunto la dimostrazione delle sofferenze del sistema radicale, giacchè non avrebber ragione di prodursi radici avventizie, ove le sofferenze si iniziassero nelle foglie o ai nodi.

Con sorprendente analogia, come ho accennato, la stessa produzione di radici avventizie si è avuta anche nelle piante sottoposte sperimentalmente all'asfissia delle radici.

L'ipotesi accennata può trovare anche conferma in vari altri fatti concordemente affermati da pratici e da studiosi. Ad esempio il brusone è rarissimo nelle terre profondamente lavorate, probabilmente perchè le radici hanno così possibilità di aumentare notevolmente la superficie assorbente, oltre ai vantaggi arrecati dalla minor compattezza del terreno che consegue ai lavori profondi.

Il brusone è poi più frequente nelle acque non rinnovabili e che facilmente si riscaldano; infatti ho sentito dire con espressione assai significativa da molti risicultori del pavese e del mantovano che le acque facilmente riscaldabili cuociono le radici, donde avviene il *brusonamento* della parte aerea.

Dove poi ai terreni ben lavorati e permeabili, si aggiungano le acque o fresche di loro natura o non stagnanti o rinnovantesi facilmente, il brusone è quasi sconosciuto. È noto anche che non si manifesta mai o quasi, il brusone nel trapiantamento del riso ed il trapiantamento ha appunto il benefico effetto di rendere il terreno soffice, ben aerato e di favorire straordinariamente lo sviluppo e la ramificazione del sistema radicale.

Potrebbe anche avere una spiegazione plausibile anche una pratica antica, e spesso consigliata per limitare i danni del brusone od impedirgli di estendersi, quella di dare opportunamente l'asciutta, la quale non

sarebbe improbabile avesse realmente in qualche caso un benefico effetto favorendo la circolazione dell'aria nel terreno e agevolando la formazione di nuove radici che sostituiscono quelle uccise. Potrebbe anche probabilmente spiegarsi come due pratiche, in fatto così opposte come quella di dar nuova acqua alla risaia, o di dar l'asciutta, siano poi utili entrambe in pratica per attenuare i danni del brusone.

* * *

Oltre alle osservazioni accennate e alle esperienze descritte, molti altri fatti studiati e vagliati nel decorso anno, mi hanno indotto a formarmi sempre più il convincimento che il brusone non possa essere una vera e propria malattia nettamente parassitaria, della parte aerea della pianta come attualmente molti sostengono.

Ciò sopratutto perchè ho potuto confermare appieno le accurate osservazioni di tanti altri autori e specialmente della citata Commissione ministeriale che studiò il brusone negli anni 1891-1893, che, per quanto la presenza di fungilli diversi sia un fenomeno spesso concomitante, non può essere assolutamente interpretato come causa efficiente del brusone, ma come un fenomeno secondario successivo a disturbi provenienti da altre cause, che potranno sommarsi con quelli prodotti dalla causa prima. È questa che occorre cercar di determinare, se si vuol pensare a una possibile difesa contro il brusone.

Non può trattarsi di malattia parassitaria, anzitutto per un fatto, che mi sembra decisivo, che ho osservato io come altri prima di me, e che cioè l'annerimento dei nodi inferiori con presenza di micelii fungini, dato come carattere primo, costante, non è invece tale. Quando s'inizia appena questo segno, l'esame delle radici dimostra già il complesso dei caratteri più sopra descritti.

Non di rado poi si trovano invece sofferenti le radici ed un principio di arrossamento nelle foglie, senza alcuna traccia di annerimento ai nodi, che può sopravvenire solo molto più tardi.

Ora, logicamente ragionando, se i sintomi di sofferenza delle radici precedono l'annerimento ai nodi e l'arrossamento delle foglie, con o senza fungilli, vuol dire che ai primi seguono i secondi.

Inoltre i diversi e disparati fungilli talvolta non *si trovano affatto* nè sugli annerimenti degli internodii, nè sulle foglie quando si inizia l'arrossamento caratteristico, e neppure la stessa *Piricularia Oryzae B. C.* che è data come causa del brusone, ed è in verità la più costante di tutte.

Ho potuto anche osservare, come ho già accennato, seguendo lo sviluppo di alcune piante invase da brusone tipico a S. Caterina (Binasco)

che su quelle con sintomi di sofferenza alle radici, quando si inizia in conseguenza l'arrossamento delle foglie, l'esame più accurato di esse foglie *escluse sempre* la presenza di qualsiasi parassita interno nel mesofillo, in corrispondenza delle macchie d'arrossamento. Solo dopo, sui tessuti già uccisi, comparvero vari fungilli tra cui *Piricularia Oryzae*, mentre mancavano prima quando i tessuti erano ancora vivi. Il che non conferma certo l'ipotesi di alcuni autori, che vogliono che il supposto parassita specifico sia sempre presente, là dove si iniziano appena i fenomeni di sofferenza negli organi verdi.

È anche vero, e più volte l'osservai tipicamente, che il brusone si presenta talvolta a chiazze nettamente delimitate, e che spesso a poca distanza, anche nella stessa varietà di riso, alcuni appezzamenti sono colpiti dal brusone e altri no. Questo fatto che è invocato dai sostenitori della teoria parassitaria a loro favore per dimostrare che, se la malattia avesse origine da disturbi fisiologici o meteorici non dovrebbe essere limitata, ma diffusa ugualmente, mi pare che significhi appunto il contrario.

Quando trattasi di malattie nettamente parassitarie sempre in tal caso la diffusione è costante, rapida, progressiva, totale e non parziale e con limitazioni così nette; e se il brusone è e si mantiene parziale, spesso senza diffondersi a pochi metri di distanza da un centro infetto, ciò significa che le condizioni che lo favoriscono o meno sono puramente *locali*. A riprova di ciò cito il fatto di una risaia in territorio di Pavia dove il brusone a parità perfetta di condizioni e di varietà di riso, aveva colpito una sola porzione di un riquadro e precisamente quella in cui il terreno era molto più compatto perchè ivi per ragioni accidentali, i lavori, prima della semina, dovettero essere interrotti, per cui ne risultò una parte meno profondamente e meno accuratamente lavorata, e ciò con un limite rigoroso, netto e preciso.

Trattandosi dello stesso riquadro, delle stesse condizioni esteriori, della stessa varietà, se la malattia fosse stata nettamente parassitaria e quindi contagiosa, non dovrebbe avere avuto simile rispetto.

Potrei ancora citare altri fatti osservati da me e da altri e diverse considerazioni che dimostrano ancor meglio come sia insostenibile la teoria parassitaria del brusone, ma mi riservo di farlo a suo tempo più minutamente.

* * *

Concludendo, dalle ricerche ed osservazioni dell'anno decorso, se pur non ne risulta ancora sicuramente dimostrata la causa del brusone, mi pare che se ne possa già dedurre che trattasi però assai pro-

babilmente di disturbi funzionali del sistema radicale non dipendenti da causa parassitaria, che possono determinare o preparare la via alle manifestazioni esteriori di sofferenza della intera pianta, le quali è probabile che, eventualmente, si aggravino pel sopravvenire di fungilli diversi, ma che possano originarsi indipendentemente da questi.

Altre ricerche ed esperienze, che valgano spero di conferma alle presenti, secondo il programma esposto al principio della presente relazione, ho in animo di continuare in quest'anno, valendomi dell'aiuto della benemerita *Istituzione Agraria A. Ponti* che mi è gradito e doveroso ringraziare vivamente.